

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-034103

(43)Date of publication of application : 07.02.1997

(51)Int.Cl.

G03F 1/16
H01L 21/027

(21)Application number : 08-100342

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 22.04.1996

(72)Inventor : KAWADA SHINTARO

(30)Priority

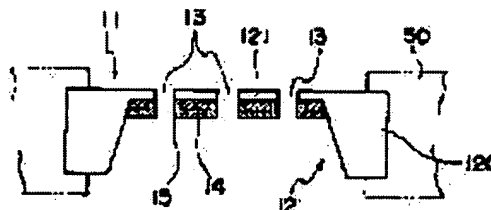
Priority number : 07118378 Priority date : 17.05.1995 Priority country : JP

(54) MASK FOR TRANSFER BY CHARGE PARTICLE RAY

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make it possible to enhance transfer accuracy by constituting a first layer of a material suitable for formation of fine transfer patterns and suppressing the thermal deformation of regions, where patterns are generated, with a second layer.

SOLUTION: A mask 11 is a so-called stencil mask produced by forming through-holes 13 of electron beams on a silicon mask substrate 12. This mask substrate 12 is formed into a disk shape and the outer peripheral surface thereof is provided with a mask holding part 120 of a large thickness. The inner side of the mask holding part 120 is provided with pattern forming parts 121 formed as a thin film by etching, etc. A diamond film 14 is fixed to the entire area on the rear surface of the pattern forming parts 121 and a tungsten film 15 is fixed to the entire area of the rear surface of the diamond film 14. The diamond film 14 is laminated by vapor phase synthesis on the rear surface of, for example, the mask substrate 12. In such a case, the second layer 14 having the small coefft. of linear expansion is thermally deformed less than the first layer 121 and, therefore, the thermal deformation of the pattern generating region is suppressed.



BEST AVAILABLE COPY

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.03.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than

the examiner's decision of rejection or
application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-34103

(43) 公開日 平成9年(1997)2月7日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/16			G 0 3 F 1/16	B C1
H 0 1 L 21/027			H 0 1 L 21/30	5 4 1 R

審査請求 未請求 請求項の数19 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-100342

(22) 出願日 平成8年(1996)4月22日

(31) 優先権主張番号 特願平7-118378

(32) 優先日 平7(1995)5月17日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000004112

株式会社ニコン

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号

(72) 発明者 河田 真太郎

東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株式会社ニコン内

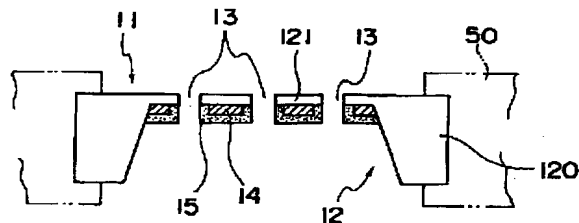
(74) 代理人 弁理士 永井 冬紀

(54) 【発明の名称】 荷電粒子線転写用マスク

(57) 【要約】

【課題】 荷電粒子線の照射に対する熱変形を抑えて転写精度を高められるマスクを提供する。

【解決手段】 荷電粒子線の透過孔13が形成された半導体材料製のマスク基板12を有する荷電粒子線転写用マスクにおいて、マスク基板12の少なくとも透過孔13の周囲の一定領域をダイヤモンド膜14にて覆う。ダイヤモンド膜14の停電を防止するため、ダイヤモンド膜14をさらに導電膜15で覆うとよい。



11 : マスク 12 : マスク基板
 13 : 電子線の透過孔 14 : ダイヤモンド膜
 15 : タングステン膜 120 : マスク保持部
 121 : パターン形成部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域には、前記転写パターンに対応して平面形状が規定される第1層と、前記第1層の素材よりも線膨張係数の小さい材料にて構成されて前記第1層と結合された第2層と、が設けられていることを特徴とする荷電粒子線転写用マスク。

【請求項2】 荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域には、前記転写パターンに対応して平面形状が規定される第1層と、前記第1層の素材よりも熱伝導率の大きい材料にて構成されて前記第1層と結合された第2層と、が設けられていることを特徴とする荷電粒子線転写用マスク。

【請求項3】 荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域には、前記転写パターンに対応して平面形状が規定される第1層と、前記第1層の素材よりも線膨張係数が小さくかつ熱伝導率の大きい材料にて構成されて前記第1層と結合された第2層と、が設けられていることを特徴とする荷電粒子線転写用マスク。

【請求項4】 前記パターン発生領域の周囲には、当該パターン発生領域よりも熱容量の大きい受熱領域が設けられ、前記第2層が前記受熱領域まで連続していることを特徴とする請求項2または3に記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項5】 前記パターン発生領域の周囲にはマスクの保持領域が設けられ、前記第2層が前記保持領域まで連続していることを特徴とする請求項2または3に記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項6】 荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域にはダイヤモンド層が設けられていることを特徴とする荷電粒子線転写用マスク。

【請求項7】 前記パターン発生領域が、前記荷電粒子線の透過孔が形成されたステンシル型のパターン発生領域であることを特徴とする請求項6記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項8】 前記パターン発生領域が散乱透過型のパターン発生領域である請求項6記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項9】 前記ダイヤモンド層が、ダイヤモンドとは異なる材料にて構成されたパターン層と結合されていることを特徴とする請求項6～8記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項10】 前記パターン層が半導体材料にて構成されたことを特徴とする請求項9記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項11】 前記半導体材料としてシリコンが用い

られたことを特徴とする請求項10記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項12】 前記ダイヤモンド層が前記パターン層上に気相合成にて形成されたことを特徴とする請求項9～11のいずれかに記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項13】 前記ダイヤモンド層が導電層にて覆われたことを特徴とする請求項6～11のいずれかに記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項14】 前記導電層が非磁性金属材料にて構成されたことを特徴とする請求項13記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項15】 荷電粒子線の透過孔が形成された半導体材料製のマスク基板を有し、このマスク基板の少なくとも前記透過孔の周囲の一定領域がダイヤモンド層にて覆われたことを特徴とする荷電粒子線転写用マスク。

【請求項16】 前記ダイヤモンド層が導電層にて覆われたことを特徴とする請求項15記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項17】 前記導電層がタングステンからなることを特徴とする請求項16記載の荷電粒子線転写用マスク。

【請求項18】 ダイヤモンド層を備えたマスク基板と、前記マスク基板上に配置され、荷電粒子線の吸収または散乱の程度が前記マスク基板よりも大きいパターンを規定する散乱体を備えたことを特徴とする荷電粒子線転写用マスク。

【請求項19】 前記散乱体がタングステンからなることを特徴とする請求項18記載の荷電粒子線転写用マスク。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、電子線、イオンビーム等の荷電粒子線を利用したパターン転写に使用するマスクに関する。

【0002】

【従来の技術】この種のマスクとして、例えば図9(a)、(b)に示すものがある。図9(a)のマスク1は、シリコン製のマスク基板2に透過孔3が設けられたものであり、マスク基板2は電子線を吸収するに十分な厚さ（例えば加速電圧50kVで50μm）に形成される。従って、マスク1に照射された電子線は透過孔3のみを透過し、その透過した電子線EBを一对の集束レンズ4a、4bにて感応基板（例えばシリコンウエハ）5のレジスト面に集束させると、感応基板5に透過孔3の形状に対応したパターンが転写される。

【0003】一方、図9(b)のマスク6は、シリコン製のマスク基板7の表面に散乱体8を固着したものであり、加速電圧に依存するが、マスク基板7は電子線が透過するように数μm～数100nm程度まで薄膜化される。このマスク6に電子線を照射すると、マスク基板7

のみを通過した電子線EB1(図に実線で示す)よりも散乱体8を通過した電子線EB2(図に二点鎖線で示す)の方が前方散乱の程度が大きくなる。従って、集束レンズ4aによる電子線のクロスオーバー像COの近傍にアパーチャ9を設置すれば、感応基板5上で電子線EB1、EB2の散乱の程度に応じたコントラストが得られる。なお、図9(b)ではアパーチャ9により前方散乱の大きい電子線EB2を遮っているが、前方散乱の小さい電子線EB1を遮る場合もある。マスク6に照射される電子線の加速電圧が小さいときは散乱体8において電子線が完全に吸収される。以下において、図9(a)、

(b)のマスクを特に区別する必要があるときは、

(a)のように透過孔が存在するものをステンシルマスクと呼び、(b)のように透過孔が存在しないものを散乱透過マスクと呼ぶ。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】荷電粒子線を用いたパターン転写では、マスクに吸収された荷電粒子線のエネルギーが熱に変化してマスク温度が上昇する。この温度上昇に伴ってマスクに熱変形が発生し、その結果、転写位置のずれ等が生じて転写精度が悪化する。マスクの温度上昇については、ワイ・ナカヤマ等のジャパニーズ・ジャーナルオブアプライドフィジクス/12月B6940-6945、1992年(Jpn. J. Appl. Phys. 31,4268(1992))およびワイ・ソウダ等のジャパニーズ・ジャーナルオブアプライドフィジクス/12月B4268-4272、1994年(Jpn. J. Appl. Phys. 31,4268(1994))に報告がある。これらによれば、電子線50kV、15 μ Aの照射に対して50 μ m厚のシリコン基板では温度上昇が800 $^{\circ}$ Cにも達し、シリコン基板を1 μ mまで薄くしても温度上昇は約1/5(160 $^{\circ}$ C程度)にしかならない。これに対して、転写パターンの位置ずれを0.02 μ m以下に抑えるには、マスク温度の上昇を20 $^{\circ}$ C以内(但しマスク～感応基板間のパターン縮小率が1/25のとき)に制限する必要がある、とのことである。従って、上述した図9(a)のステンシルマスクは勿論のこと、図9(b)の散乱透過マスクを用いた場合でも温度上昇対策は未だ十分でない。マスク基板をさらに薄膜化すれば温度上昇は抑えられるが、マスクの作製技術上から限界がある。さらに、転写装置のスループットを改善するには荷電粒子線の大電流化が必須であり、これにより熱変形は増大する傾向にあるが、その一方で高精度化も要求され、マスクの熱管理はきわめて大きな問題となっている。

【0005】本発明の目的は、荷電粒子線の照射に対する熱変形を抑えて転写精度を高められるマスクを提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】一実施の形態を示す図1および図2を参照して説明すると、請求項1の発明は、荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与え

るパターン発生領域(図2の一点鎖線Aで囲まれた範囲)を有し、このパターン発生領域には、転写パターンに対応して平面形状が規定される第1層121と、第1層121の素材よりも線膨張係数の小さい材料にて構成されて第1層121と結合された第2層14と、が設けられた荷電粒子線転写用マスクにより、上述した目的を達成する。請求項2の発明は、荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域には、転写パターンに対応して平面形状が規定される第1層121と、第1層121の素材よりも熱伝導率の大きい材料にて構成されて第1層121と結合された第2層14と、が設けられた荷電粒子線転写用マスクにより、上述した目的を達成する。請求項3の発明は、荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域には、転写パターンに対応して平面形状が規定される第1層121と、第1層121の素材よりも線膨張係数が小さくかつ熱伝導率の大きい材料にて構成されて第1層121と結合された第2層14と、が設けられた荷電粒子線転写用マスクにより、上述した目的を達成する。請求項4の発明は請求項2または3の荷電粒子線転写用マスクに適用され、パターン発生領域の周囲には、当該パターン発生領域よりも熱容量の大きい受熱領域120が設けられ、第2層14が受熱領域120まで連続している。請求項5の発明は請求項2または3の荷電粒子線転写用マスクに適用され、パターン発生領域の周囲にはマスクの保持領域120が設けられ、第2層14が保持領域120まで連続している。

【0007】請求項6の発明は、荷電粒子線に所定の転写パターンに相応した変化を与えるパターン発生領域を有し、このパターン発生領域にはダイヤモンド層14が設けられた荷電粒子線転写用マスクにより、上述した目的を達成する。請求項7の発明は請求項6の荷電粒子線転写用マスクに適用され、パターン発生領域が、荷電粒子線の透過孔が形成されたステンシル型のパターン発生領域である。請求項8の発明は請求項6の荷電粒子線転写用マスクに適用され、パターン発生領域が散乱透過型のパターン発生領域である。請求項9の発明は請求項6～8の荷電粒子線転写用マスクに適用され、ダイヤモンド層14が、ダイヤモンドとは異なる材料にて構成されたパターン層121と結合されている。請求項10の発明は請求項9の荷電粒子線転写用マスクに適用され、パターン層121が半導体材料にて構成されている。請求項11の発明は請求項10の荷電粒子線転写用マスクに適用され、上記半導体材料としてシリコンが用いられている。請求項12の発明は請求項9～11のいずれかの荷電粒子線転写用マスクに適用され、ダイヤモンド層14がパターン層121上に気相合成にて形成されている。請求項13の発明は請求項6～11のいずれかの荷電粒子線転写用マスクに適用され、ダイヤモンド層14

が導電層 15 にて覆われている。請求項 14 の発明は請求項 13 の荷電粒子線転写用マスクに適用され、導電層 15 が非磁性金属材料にて構成されている。

【0008】請求項 15 の発明は、荷電粒子線の透過孔 13 が形成された半導体材料製のマスク基板 12 を有し、このマスク基板 12 の少なくとも透過孔 13 の周囲の一定領域（図 2 の一点鎖線 A で囲まれた領域）がダイヤモンド層 14 にて覆われた荷電粒子線転写用マスクにより、上述した目的を達成する。請求項 16 の発明は請求項 15 の荷電粒子線転写用マスクに適用され、ダイヤモンド層 14 が導電層 15 にて覆われている。請求項 17 の発明は請求項 16 の荷電粒子線転写用マスクに適用され、導電層 15 がタングステンからなる。図 4 を参照して説明すると、請求項 18 の発明は、ダイヤモンド層を備えたマスク基板 22 と、マスク基板 22 上に配置され、荷電粒子線の吸収または散乱の程度がマスク基板 22 よりも大きいパターンを規定する散乱体 23 とを備えた荷電粒子線転写用マスクにより、上述した目的を達成する。請求項 19 の発明は請求項 18 の荷電粒子線転写用マスクに適用され、前記散乱体がタングステンからなる。

【0009】請求項 1 の発明では、線膨張係数の小さい第 2 層 14 が第 1 層 121 よりも小さく熱変形するため、第 1 層 121 のみを設けた場合と比較してパターン発生領域の熱変形が抑えられる。請求項 2 の発明では、熱伝導率の大きい第 2 層 14 によりパターン発生領域の外部への熱伝導が促進され、その結果、パターン発生領域の温度上昇が小さくなって熱変形が抑えられる。請求項 3 の発明では、線膨張係数の小さい第 2 層 14 によりパターン発生領域の熱変形が抑えられる。また、熱伝導率の大きい第 2 層 14 によりパターン発生領域の外部への熱伝導が促進され、それにより第 1 層 121 と第 2 層 14 との線膨張係数の相違に起因する熱応力が抑えられる。

【0010】なお、荷電粒子線の照射時にはパターン発生領域が転写装置の真空容器内に配置されてパターン発生領域自身からの熱放射は期待できないため、パターン発生領域の温度上昇を抑えるには請求項 2、3 の発明のように熱伝導を促すことが有効である。パターン発生領域の外部まで導いた熱は、例えば請求項 4、5 の発明で処理するとよい。すなわち、請求項 4 の発明では、パターン発生領域の熱が第 2 層 14 を介して熱容量の大きい受熱領域 120 まで逃され、それによりマスク全体の熱変形が抑えられる。請求項 5 の発明では、パターン発生領域の熱が第 2 層 14 を介してマスクの保持領域 120 まで逃される。マスク保持領域 120 は転写装置のマスク保持部材 50 と接触するため、マスク保持部材 50 から真空容器外まで熱の伝達経路を確保すればマスクに熱がこもらない。

【0011】請求項 1～5 の発明において、第 1 層 12

1 は、転写パターンに対応した微細な形状が容易に得られるような材料にて構成すればよい。例えばシリコン等の半導体を用いると、周知の半導体形成技術を用いて微細な転写パターンを容易に得ることができる。第 1 層 121 をシリコン等の半導体材料にて構成した場合、それよりも線膨張係数が小さくかつ熱伝導率の大きい材料としてはダイヤモンドが好適である。その他に、線膨張係数の小さい材料としては、ガラス類を含む各種のセラミックス、アルミナを用いることができる。また、熱伝導率の大きい材料としては、銅や銀を使用できる。

【0012】請求項 6～14 の発明では、ダイヤモンド層 14 によりパターン発生領域の熱変形が抑えられる。すなわち、ダイヤモンドの熱伝導率は室温で 20 W/cmK であり、この値は、パターン発生領域を構成する材料として、従来より代表的に用いられていたシリコンの熱伝導率 1.5 W/cmK と比べて 10 倍以上大きい。また、ダイヤモンドの線膨張係数は線膨張係数は 0.8×10^{-6} であり、この値はシリコンの線膨張係数 2.6×10^{-6} のほぼ $1/3$ である。従って、パターン発生領域にダイヤモンド層 14 を設けた場合は、パターン発生領域をシリコン単独で構成した場合と比べて $1/30$ 以下に熱変形を抑えられる。ここで、請求項 9 の発明では、ダイヤモンドとは異なる材料にて構成されたパターン層 121 を転写パターンに対応した平面形状に形成し、その上にダイヤモンド層 14 を積層するので、ダイヤモンド層 14 それ自体を微細な形状に加工するよりも容易に転写パターンに対応したマスク形状が得られる。請求項 10 の発明ではパターン層 121 を半導体材料で、特に請求項 11 の発明ではパターン層 121 をシリコンで構成するので、これらの材料を素材とする半導体製造技術を利用して微細な転写パターンを容易に形成できる。微細な転写パターンが形成されたパターン層 121 と高純度のダイヤモンド層 14 とを結合するには、請求項 12 の発明のようにパターン層 121 上にダイヤモンド層 14 を気相合成するとよい。荷電粒子線の照射によりダイヤモンド層 14 が帯電して荷電粒子線の軌道に影響が及ぶ場合の対策としては請求項 13 の発明が適している。請求項 13 の発明では、導電層 15 を介して電荷が逃げ、ダイヤモンド層 14 の帯電が防止される。導電層 15 は請求項 14 の発明のように非磁性金属材料にて構成でき、特にタングステン、タンタルが好適である。重金属は避けることが望ましい。非磁性金属材料以外には高分子導電体を用いることができる。なお、導電層の材料としては、荷電粒子線の照射に対して変質し難い材料を選ぶ必要がある。

【0013】請求項 15～17 の発明では、透過孔 13 の周囲が発熱しても、半導体材料製のマスク基板 12 よりも線膨張係数が小さくて熱伝導率の大きいダイヤモンド層 14 によりマスク基板 12 の熱変形が抑えられる。請求項 16 の発明では、導電層 15 を介して電荷が逃

げ、ダイヤモンド層14の帯電が防止される。請求項18~19の発明では、マスク基板22および散乱体23の熱変形や温度上昇がマスク基板22に含まれたダイヤモンド層にて抑えられる。

【0014】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が実施の形態に限定されるものではない。

【0015】

【発明の実施の形態】

一第1の実施の形態一

図1は第1の実施の形態に係るマスクの断面を、図2はマスクの外観を一部破断した状態でそれぞれ示す。本実施の形態のマスク11は、シリコン製のマスク基板12に電子線の透過孔13を形成したいわゆるステンシルマスクである。マスク基板12は図2に示すように円板状に形成され、その外周側には肉厚の大きいマスク保持部120が設けられている。マスク保持部120の内側には、エッチング等により薄膜化されたパターン形成部

(図2の一点鎖線Aで囲まれた領域)121が設けられている。図1に示すように、透過孔13はパターン形成部121に設けられている。パターン形成部121の下面の全域にはダイヤモンド膜14が固着され、そのダイヤモンド膜14の下面の全域にはタングステン膜15が固着されている。ダイヤモンド膜14は例えばマスク基板12の下面に気相合成にて積層する。なお、マスク基板12とダイヤモンド膜14との結合の強化等を目的として両者の間に中間層を介在させてもよい。

【0016】パターン形成部121およびダイヤモンド膜14の厚さは、一例として電子線50kVにて転写を行う場合それぞれ1 μ m、50 μ mに設定する。マスク11の熱変形の増加を抑えつつダイヤモンド膜14の電荷を逃すために、タングステン膜15は例えば厚さ50nmに形成する。パターン形成部121の厚さを0.5 μ m程度以下に微細化する必要がある場合、ダイヤモンド膜14はさらに薄膜化することが必要となる。この場合、電子線はマスクで散乱されつつ透過するために図9で説明した2種のマスクの中間的なマスクとなり、これを散乱ステンシルマスクと呼び、電子光学系は図9

(b)で説明したアパーチャ9が必要となる。一例として電子線100kVによる転写の場合のパターン形成部121およびダイヤモンド膜14の厚さはそれぞれ1 μ mに設定する。これは電子線が透過できる厚さで非弾性散乱の平均自由行程より決まる。また電荷を逃すためのタングステン膜15は数nmに形成する。

【0017】本実施の形態のマスク11は例えば図3に示す手順で製造する。まず、(a)に示すようにボロンドープしたシリコン製のマスク基板12に、(b)に示すようにレジストパターン46を積層し、(c)に示すようにマスク基板12をエッチングして薄膜化する。次

いで、(d)に示すように、薄膜化された部分にダイヤモンド層47を積層し、レジストパターン46を除去する。さらに(e)に示すようにマスク基板12およびダイヤモンド層47の表面にレジスト層48を積層する。次いで(f)に示すように、周知のフォトリソグラフィ手法によりレジスト層48を転写パターンに応じて除去し、続いて(g)に示すようにダイヤモンド層47およびマスク基板12を同時にエッチングするとともに、レジスト層48を全て除去すればマスク基板12上に転写パターンに応じたダイヤモンド膜14が形成される。最後に、(h)に示すようにダイヤモンド膜14上にタングステン膜15を形成してマスク11が完成する。

【0018】以上のように構成されたマスク11を電子線転写装置に装着する場合には、図1に仮想線で示すように、電子線転写装置のマスク保持部材(例えばマスクステージ)50によりマスク保持部120を保持する。これによりパターン形成部121の熱がダイヤモンド膜14およびマスク保持部120を介してマスク保持部材50に伝達される。マスク保持部120は熱容量が大きいので、ダイヤモンド膜14から熱が伝わってもその熱変形は小さく抑えられる。タングステン膜15は、マスク基板12と同電位となるようマスク保持部120と電気的に接続する。これによりダイヤモンド膜14の帯電が防止される。マスク保持部120の表面が酸化膜で覆われているとタングステン膜15とマスク基板12とが絶縁されるので注意を要する。

【0019】なお、上述したマスク11を装着する電子線転写装置としては、EB一括露光により基板にパターンを転写するもの、および複数の副視野パターンを基板に転写するもののいずれのタイプでもよい。

【0020】請求項との対応において、本実施の形態では、パターン形成部121の設けられた範囲がパターン発生領域に、パターン形成部121が第1層およびパターン層に、マスク保持部120が受熱領域およびマスク保持領域に、ダイヤモンド膜14が第2層およびダイヤモンド層に、タングステン膜15が導電層にそれぞれ相当する。なお、図4に示したマスク11Aのように、マスク基板12の上面の全範囲に渡ってダイヤモンド膜14およびタングステン膜15を固着してもよい。図4の例でも、ダイヤモンド膜14からマスク保持部材50への熱の伝導が阻害されないよう、タングステン膜15はダイヤモンド膜14の電荷を逃すのに必要最小限の厚さ、例えば50nmに形成する。

【0021】一第2の実施の形態一

図5は第2の実施の形態に係るマスクの断面を示す。このマスク21は、電子線が透過する程度に薄膜化されたマスク基板22の片面に散乱体23を固着した、いわゆる散乱透過マスクである。マスク基板22はダイヤモンド製であり、その外周部は肉厚の大きな円環状の外枠24に固定されている。散乱体23は例えばタングステン

にて構成され、その平面形状（図5の矢印B方向から見た形状）は転写すべきパターン形状に応じて設定される。マスク基板22の散乱体23と反対側の面には支柱25が固着されている。図6に示すように支柱25は格子状に構成され、それらの外周は外枠24に固定される。従って支柱25によりマスク基板22が支持される。外枠24は例えば銅にて構成され、支柱25は例えばシリコンにて構成される。マスク基板22および散乱体23の厚さは、一例として電子線100kVに対しそれぞれ100nm、40nmに設定する。マスク基板22および散乱体23の厚さは、電子線の加速電圧に対する弾性散乱の平均自由行程と転写パターンのコントラストより決められる。マスク基板22は平均自由行程と同程度、散乱体は平均自由行程の数倍程度の厚さにする。100kVの電子線に対し、平均自由行程はダイヤモンドが82nm、タングステンが8nmである。以上の構成のマスクでは、マスク基板22の全体がダイヤモンド製であるため、これをシリコンで構成した場合と比べてマスク基板22や散乱体23の熱の伝導が促進されてマスクの熱変形が十分に小さくなる。外枠24まで伝わった熱は外枠24を保持するマスク保持部材50から転写装置へと容易に逃すことができる。なお、マスク基板22の帯電が問題となるときは、第1の実施の形態と同様に、図7に示すようにマスク基板22をタングステン膜等の数nmの厚さの導電層40で覆うとよい。

【0022】本実施の形態のマスク21は例えば図8に示す手順で製造する。まず、(a)に示すようにダイヤモンド製のマスク基板22と、支柱25の素材にて構成した被エッチング層30とを積層し、被エッチング層30の表面にレジスト層31を積層する。このときシリコン等を用いて被エッチング層30を先に製造し、その片面に気相合成にてダイヤモンド製のマスク基板22を積層するとよい。次いで(b)に示すように、周知のフォトリソグラフィ手法によりレジスト層31を格子状に成形し、続いて(c)に示すように被エッチング層30をエッチングする。この後(d)に示すようにレジスト層31を全て除去すれば支柱25が得られる。次に、

(e)に示すようにマスク基板22の反対面に散乱体23の素材にて構成した被エッチング層32を積層し、被エッチング層32の表面にレジスト層33を積層する。次いで(f)に示すように、周知のフォトリソグラフィ手法によりレジスト層33を転写パターンに応じて除去し、続いて(g)に示すように被エッチング層32をエッチングする。この後(h)に示すようにレジスト層33を全て除去すれば散乱体23の形成が終了する。

【0023】なお、本実施の形態のマスク22は、複数の副視野パターンを基板に転写する電子線転写装置に装着することが好ましいが、EB一括露光により基板にパターンを転写するものにも適用することができる。

【0024】請求項との対応において、本実施の形態で

は、マスク基板22の支柱25にて区分されたすべての領域がパターン発生領域に、散乱体23の配置された層が第1層およびパターン層に、マスク基板22そのものが第2層およびダイヤモンド層に、外枠24が受熱領域およびマスク保持領域に、散乱体23がパターン規定部材にそれぞれ相当する。

【0025】以上の各実施の形態では、ダイヤモンド膜14またはダイヤモンド製のマスク基板22にてマスクの熱変形を抑えたが、本発明はダイヤモンドに限ることなく、マスクの転写パターンを形成するための材料、すなわち第1の実施の形態ではマスク基板12の材料、第2の実施の形態では散乱体23の材料よりも線膨張係数が小さいか、または熱伝導率の大きい材料であれば適宜変更してよい。導電層の材料もタングステンに限らず、各種の非磁性の金属材料、導電性高分子等を使用できる。

【0026】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1～請求項5の発明によれば、微細な転写パターンの形成に適した材料で第1層を構成しつつ、パターン発生領域の熱変形を第2層で抑えて転写精度を高めることができる。特に請求項3の発明では、第1層と第2層との線膨張係数の相違による熱応力を抑えてマスクの耐久性を向上させることができ、請求項4、5の発明では第2層を介してパターン発生領域の外部まで導かれた熱を適切に処理してマスク全体の熱変形を抑えることができる。

【0027】請求項6～14の発明によれば、ダイヤモンド層によりパターン発生領域の熱変形を抑えられる。特に、請求項9の発明では転写パターンを規定するための微細な平面形状をパターン層に設けることができるので、ダイヤモンド層それ自体に微細な転写パターンを与えるよりも容易にマスクを製造できる。請求項10、11の発明では半導体製造技術を利用して微細な転写パターンを容易に形成できる。請求項12の発明ではパターン層の平面形状を微細に変化させても、その上に高純度のダイヤモンド層を簡単に結合させ得る。請求項13、14の発明ではダイヤモンド層の帯電を確実に防止できる。請求項15～17の発明では、透過孔が存在する、いわゆるステンシルマスクの熱変形をダイヤモンド層で抑えて転写精度を高められる。特に請求項16の発明ではダイヤモンド層の帯電を確実に防止できる。請求項18～19の発明では、透過孔が存在しない、いわゆる散乱透過マスクの熱変形をダイヤモンド層で抑えて転写精度を高められる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係るマスクの断面図

【図2】図1のマスクの外観を一部破断した状態で示す斜視図

【図3】図1のマスクの製造手順の一例を示す図

11

12

【図4】図1の変形例を示す図

【図5】本発明の第2の実施の形態に係るマスクの断面図

【図6】図5のマスクの要部を一部破断した状態で示す斜視図

【図7】図5の変形例を示す図

【図8】図5のマスクの製造手順の一例を示す図

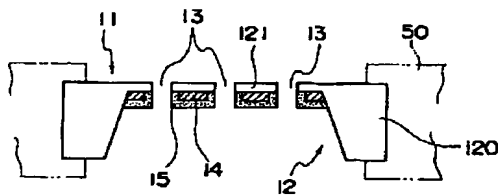
【図9】電子線転写用のマスクおよびそれを用いた転写原理の概略を示す図

【符号の説明】

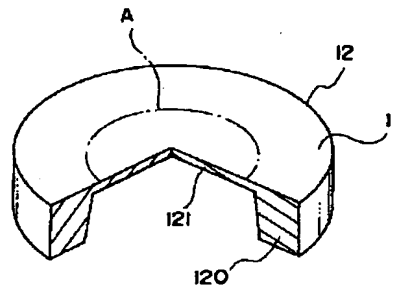
11, 11A, 21 マスク

12, 22 マスク基板
 13 電子線の透過孔
 14 ダイヤモンド膜
 15 タングステン膜
 23 散乱体
 24 外枠
 25 支柱
 31, 33 レジスト層
 50 転写装置のマスク保持部材
 10 120 マスク保持部
 121 パターン形成部

【図1】

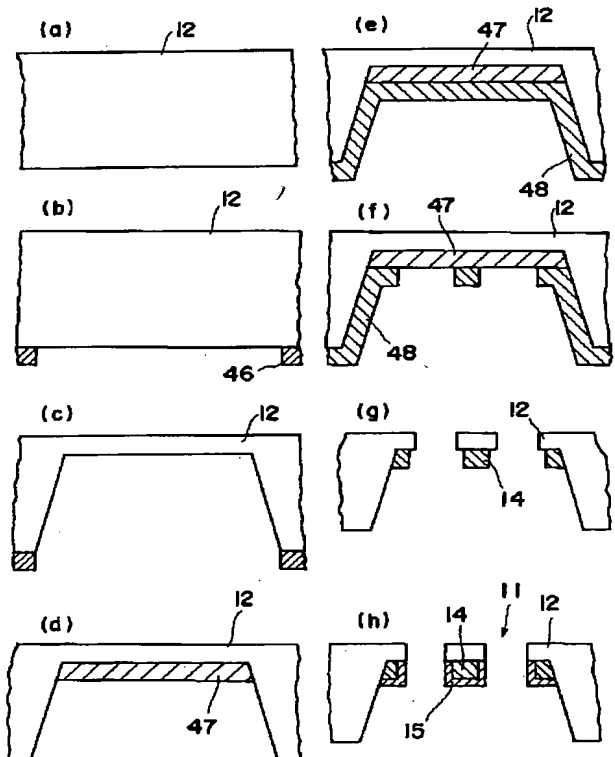


【図2】

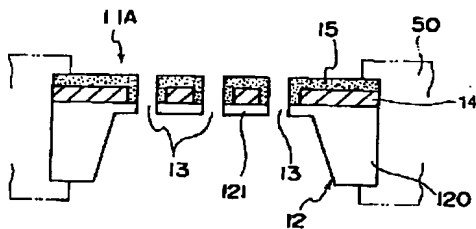


11: マスク 12: マスク基板
 13: 電子線の透過孔 14: ダイヤモンド膜
 15: タングステン膜 120: マスク保持部
 121: パターン形成部

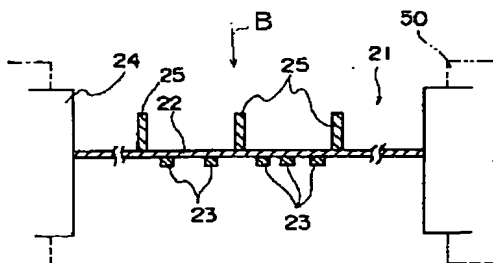
【図3】



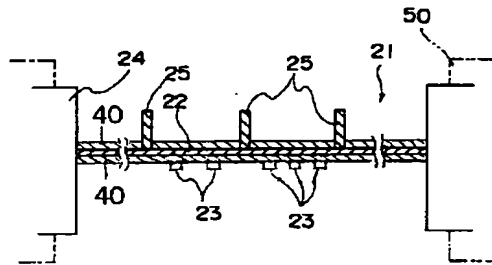
【図4】



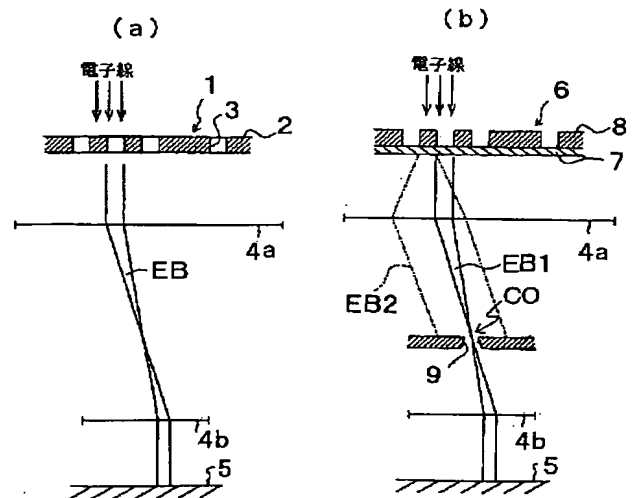
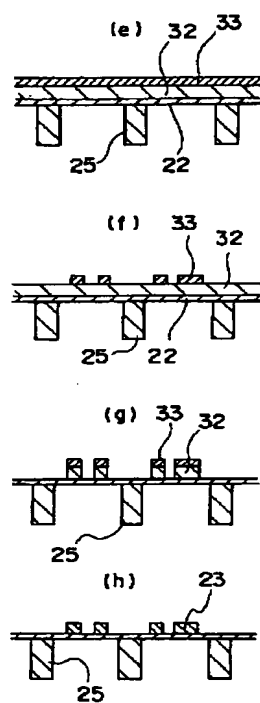
【図5】



【図 7】



【図9】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.